

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-082155

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

G06T 1/00

(21)Application number : 10-250929

(71)Applicant : JAPAN NUCLEAR CYCLE
DEVELOPMENT INST STATES OF
PROJECTS

(22)Date of filing : 04.09.1998

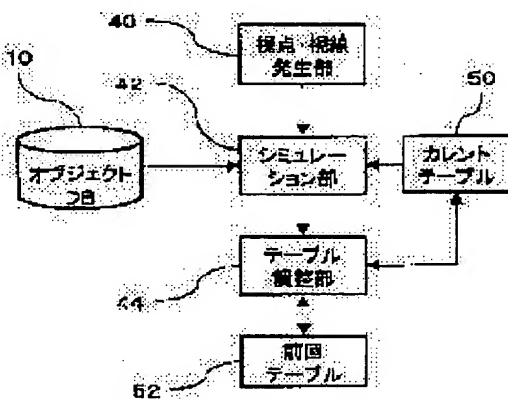
(72)Inventor : WATANABE KANEHIDE

(54) PRE-PROCESSING METHOD FOR THREE-DIMENSIONAL HIGH SPEED PLOTTING
PROCESSING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize a detail level table to be used in a three-dimensional plotting system.

SOLUTION: A detail level table held by a current table 50 represents a corresponding relation between the set of the size of an object and the distance from a point of view and the detail level of a model to be used for plotting the object. A simulation part 42 calculates the size and distance of each object in the view field based on an object DB(data base) 10. Then, the detail level corresponding to the size and distance is obtained from a current table 50, and the number of polygons of the model of the detail level is obtained from the object DB10, and the number of polygons is added for all the objects in the view field. A table adjusting part 44 compares the added result with the number of polygons to be plotted in a real time by a three-dimensional plotting system, and when the added result is larger, the table adjusting part 44 adjusts the setting of the current table 50 by judging that real time plotting is impossible. This process is repeated continuously the prescribed number of times until it is judged that the real time plotting is possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3014680

[Date of registration] 17.12.1999

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-82155

(P2000-82155A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 T 17/00

G 0 6 F 15/62

3 5 0 A

5 B 0 5 0

1/00

15/66

J

5 B 0 5 7

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平10-250929

(22) 出願日

平成10年9月4日 (1998.9.4)

(71) 出願人 000224754

核燃料サイクル開発機構

茨城県那珂郡東海村村松4番地49

(72) 発明者 渡辺 兼秀

茨城県那珂郡東海村大字村松4番地33 勤

力炉・核燃料開発事業団東海事業所内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Fターム(参考) 5B050 BA07 BA08 EA19 EA28 FA02

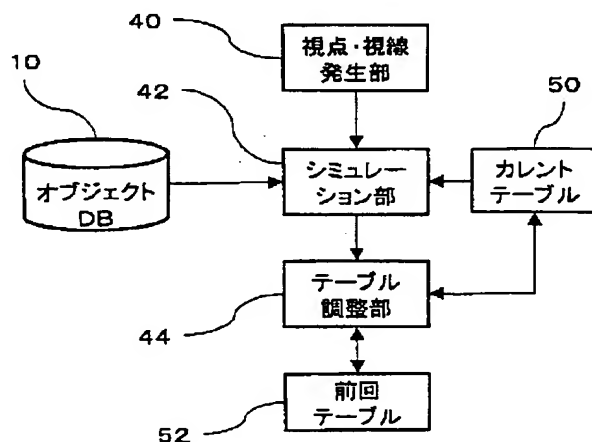
5B057 CE08 CE20

(54) 【発明の名称】 3次元高速描画処理のための前処理方法

(57) 【要約】

【課題】 3次元描画システムで用いる詳細度テーブルを最適化する。

【解決手段】 カレントテーブル50が保持する詳細度テーブルは、オブジェクトのサイズと視点からの距離の組と、オブジェクトの描画に用いるモデルの詳細度との対応関係を表す。シミュレーション部42は、視野内の各オブジェクトのサイズと距離をオブジェクトDB10に基づき求める。そしてサイズ及び距離に対応する詳細度をカレントテーブル50から求め、その詳細度のモデルのポリゴン数をオブジェクトDB10から得、このポリゴン数を視野内の全オブジェクトについて加算する。テーブル調整部44は、その加算結果を3次元描画システムがリアルタイム描画可能なポリゴン数と比較し、加算結果の方が大きい場合は、リアルタイム描画不可能としてカレントテーブル50の設定を調整する。これを所定回数連続してリアルタイム描画可能と判定されるまで繰り返す。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定空間内の各オブジェクトごとに詳細度の異なる複数のモデルを有するとともに、オブジェクトのサイズ及び視点からの距離とこれらに対応する詳細度との関係を示す詳細度テーブルを有し、各オブジェクトを前記詳細度テーブルにより特定される詳細度のモデルを用いて描画する 3 次元描画システムにおいて、前記詳細度テーブルを前記所定空間内のオブジェクト分布に応じて調整する前処理方法であって、

(a) 前記詳細度テーブルを仮設定するステップと、
(b) 与えられた視点及び視線方向に基づき前記所定空間内の可視領域を特定するステップと、

(c) 前記可視領域内に含まれる各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報を取得するステップと、

(d) 取得した各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報に基づき、前記詳細度テーブルを参照して前記可視領域内の各オブジェクトを描画する際のモデルの詳細度を特定し、それら各オブジェクトを当該詳細度のモデルを用いて描画した場合の総描画データ量が前記 3 次元描画システムのリアルタイム処理可能データ量を超

えるか否かを判定するステップと、
(e) 前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、視点及び視線方向の少なくとも一方を変更して前記ステップ (b) に戻り、前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に減少させるための所定の規則に従って変更し、前記ステップ (b) に戻るステップと、

(f) 所定回数連続して前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合に、そのときの詳細度テーブルを調整結果として出力するステップと、を含む方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の方法において、前記ステップ (a) により仮設定した詳細度テーブルを用いて所定回数連続して前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は増加調整モードに入り、増加調整モードでは、所定回数連続して前記ステップ

(d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に増加させるための所定の規則に従って変更した上で前記ステップ (b) に戻り、前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定されたときに、その 1 つ前の詳細度テーブルの設定を調整結果として出力することを特徴とする方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法にお

いて、

前記オブジェクトのサイズとして前記オブジェクトの代表長を用い、前記詳細度テーブルの仮設定及び設定変更は、詳細度が 1 段階切り替わる点における視点からの距離とオブジェクトのサイズとの比がほぼ一定となる条件を満足するように行われることを特徴とする方法。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載の方法において、

前記ステップ (b) において、前記視点の位置を前記所定空間内の予め指定された領域に限定することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、オブジェクトの視点からの距離及びそのサイズに応じてオブジェクトの描画に用いるモデルの詳細度を変更する 3 次元描画システムにおける前処理のための方法であって、描画対象の領域におけるオブジェクトの分布に応じて、視点からの距離及びオブジェクトサイズに対するモデルの詳細度の対応づけを調整する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】CG (コンピュータグラフィクス) の世界では、所定空間内で視点が時々刻々変化していく際にその視点から見える画像をリアルタイム描画する処理がよく行われている。例えば、工場内のウォークスルーアニメーションがその一例である。工場内のウォークスルーアニメーションは、工場内に設置された設備や機器などのポリゴンデータに基づき作成される。ウォークスルーアニメーションでは、視点の移動に応じ、各時刻での視点位置から見える画像をリアルタイムで作成し、表示する。このため、各時刻ごとに、その時の視点の位置と視線方向の情報から、工場内部の空間のうち視点から見える領域 (可視領域と呼ぶ) を特定し、その可視領域に含まれる設備や機器などオブジェクトのポリゴンデータを読み込み、それらポリゴンデータに基づき可視領域についての描画処理を行う。

【0003】CG でいろいろな空間の精緻な表現が可能になり、ユーザの CG に対する期待はさらに高まっている。その一方で、より多くのオブジェクトをより高速に、より精密に描きたいという要求は絶えない。最近ではコンピュータの性能が急激に伸びたとはいえ、こうした要求を全て満足することは容易ではない。

【0004】精密な描画を、適度な高速性をもって行う手法の一つに、LOD (Level-Of-Detail) と呼ばれる管理手法がある。LOD とは描画の際の詳細度ともいうべきもので、予めオブジェクトごとに詳細度の異なる複数のモデルを準備する。描画すべき空間が決まれば、視点に近いオブジェクトほど詳細度 (LOD) の高い、すなわち精緻なモデルを用い、視点から遠いオブジェクトほど詳細度の低い、すなわちより簡略化されたモデルを

用いて描画する。この手法は、視点に近いオブジェクトほど画像の主観品質に大きく影響するという事実を基礎としたものであり、近いものは精密に描画して画像の主観品質を確保すると共に、遠いものをある程度ラフに描くことにより描画処理の高速化を図るものである。このLODの手法は、例えば“Flight Simulation” (edited by J.M.Rolfe and K.J.Staples, Cambridge University Press) の 7. 4. 3 章に記載されている。

【0005】しかしながら、従来のLOD管理手法の場合、いずれの場面でもいずれのオブジェクトにいずれの詳細度のモデルを適用するか、あまり明確な基準がなかった。

【0006】これに対し、本出願人は、特願平9-236191号で、オブジェクトの大きさによってそのオブジェクトを描画する際の詳細度を決定するLOD管理方法を提案した。この方法の実施の形態では、オブジェクトを大きさについて複数のグループに分割し、また視点からオブジェクトまでの距離も複数の範囲に分割している。そして、大きさのグループと距離の範囲との各組合せごとに、その組合せに該当するオブジェクトの描画の際の詳細度を決定し、その関係をテーブル化している。このテーブルは、オブジェクトが大きいほど詳細度が相対的に高く、視点からの距離が近いほど詳細度が相対的に高くなるよう設定される。オブジェクトを描画する時には、そのオブジェクトの大きさと視点からの距離を求め、これら組合せに対応する詳細度を前記テーブルから求め、この詳細度のモデルを用いてそのオブジェクトを描画する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】1フレームの画像を描画するのに要する時間は、描画処理を行う3次元描画システムのマシンパワーによっても変わり、また描画対象の空間にどのような複雑さのオブジェクトがどれだけ存在するかによっても変わる。したがって、前述のLOD管理手法を個別のケースに適用する場合にリアルタイム性を確保するには、利用する描画システムのパワーや描画対象の空間の複雑さを考慮して適切なLOD管理を行う必要がある。

【0008】上述した本出願人提案に係るLOD管理方法は、この点に関する対応が十分ではなく、詳細度の決定に用いるテーブルを、個別ケースにおける描画システムのパワーや描画対象空間の複雑さに合わせて適切に作成するための手法の開発が課題であった。

【0009】本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、オブジェクトのサイズ及び視点からの距離とこれらに対応する詳細度との関係を示す詳細度テーブルを利用して、各オブジェクトの描画時の詳細度を決定する3次元描画システムにおいて、当該システムのパワー及び対象空間の複雑さに応じて詳細度テーブルを調整する方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するためになされたものであり、所定空間内の各オブジェクトごとに詳細度の異なる複数のモデルを有するとともに、オブジェクトのサイズ及び視点からの距離とこれらに対応する詳細度との関係を示す詳細度テーブルを有し、各オブジェクトを前記詳細度テーブルにより特定される詳細度のモデルを用いて描画する3次元描画システムにおいて、前記詳細度テーブルを前記所定空間内のオブジェクト分布に応じて調整する前処理方法であって、(a) 前記詳細度テーブルを仮設定するステップと、(b) 与えられた視点及び視線方向に基づき前記所定空間内の可視領域を特定するステップと、(c) 前記可視領域内に含まれる各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報を取得するステップと、(d) 取得した各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報に基づき、前記詳細度テーブルを参照して前記可視領域内の各オブジェクトを描画する際のモデルの詳細度を特定し、それら各オブジェクトを当該詳細度のモデルを用いて描画した場合の総描画データ量が前記3次元描画システムのリアルタイム処理可能データ量を超えるか否かを判定するステップと、(e) 前記ステップ(d)で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、視点及び視線方向の少なくとも一方を変更して前記ステップ(b)に戻り、前記ステップ(d)で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に減少させるための所定の規則に従って変更し、前記ステップ(b)に戻るステップと、(f) 所定回数連続して前記ステップ(d)で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合に、そのときの詳細度テーブルを調整結果として出力するステップと、を含む。

【0011】ここで、描画データ量とは、描画対象のデータ量のことであり、描画対象の描画処理の所要時間に対応した値である。例えば、描画対象のポリゴン数などが描画データ量の一例である。3次元描画システムは、オブジェクトを描画する際、当該オブジェクトの視点からの距離とサイズの組合せに対応する詳細度を詳細度テーブルから求め、この詳細度のモデルを用いて描画処理を行う。したがって、同じオブジェクトであっても視点からの距離が変われば詳細度が変わり、描画データ量も変わってくる。総描画データ量は、可視領域に含まれる個々のオブジェクトを、各々詳細度テーブルから求められる詳細度のモデルで描画したときの描画データ量の総和である。可視領域は、所定空間の中で「見える」領域のことであり、視点と視線方向を定めることにより特定される。

【0012】本発明では、所定空間内で視点、視線方向

を様々に変えながら、そのときどきでの可視領域を求め、その可視領域の総描画データ量が3次元描画システムのリアルタイム処理能力を超えるか否かを判定する。そして、超えると判定された場合には、詳細度テーブルの設定を、所定の規則に従って段階的に全体的に描画データ量が減るよう、調整する。そして、この調整の後、再び上記のシミュレーションを繰り返す。この繰り返しにおいて、視点や視線方向を様々に変化させることにより、所定空間内の様々な位置からみてリアルタイム描画可能かどうかを調べる。

【0013】そして、所定回数連続してリアルタイム描画可能と判定された場合、所定空間全体についてリアルタイム描画可能と判断し、このときの詳細度テーブルを、その所定空間の描画処理用として採用する。なお、判定の基準となる連続回数は、統計の観点から定めればよい。このようにして調整された詳細度テーブルを用いれば、所定空間のどこに可視領域が設定されたとしても、統計的に見て高い確率でリアルタイムで描画処理ができる。

【0014】なお、上記方法によれば、最初に仮設定した詳細度テーブルで(f)の条件が成立してしまった場合、この仮設定状態のテーブルでは3次元描画システムの性能を十分に活用できていない可能性が残る。そこで、本発明の好適な態様では、そのような場合には、詳細度テーブルを、総描画データ量を段階的に増加させる方向で調整する。これを増加調整モードという。増加調整モードでは、可視領域を変えていったときの総描画データ量が所定回数連続してリアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合に、詳細度テーブルを総描画データ量が増える方向に調整する。これを繰り返していき、最初に総描画データ量がリアルタイム処理可能データ量を超えたときの直前の詳細度テーブルを、最終的な描画処理用の調整済みのテーブルとして採用する。この方法によれば、3次元描画システムの性能を最大限利用し、リアルタイム性が保証できる範囲内で高品質の画像を提供することができる。

【0015】また、本発明の好適な態様では、詳細度決定のパラメータとなるオブジェクトのサイズとして、オブジェクトの代表長を用い、詳細度が1段階切り替わる点における視点からの距離とオブジェクトのサイズとの比がほぼ一定となるよう、詳細度テーブルの仮設定及び設定変更を行う。この態様によれば、どのオブジェクトもほぼ同じ視角になったときに詳細度が切り替わり、自然な詳細度切替を実現することができる。

【0016】また、本発明の好適な態様では、可視領域を切り替える際の視点の位置の発生範囲を限定可能とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【0018】[3次元描画システム] まず、本実施形態の方法が適用される3次元描画システムの構成について、図1を参照して説明する。

【0019】図1のシステムにおいて、オブジェクトDB（データベース）10は、描画対象空間内の各オブジェクトの情報が登録されるデータベースである。ここでは、描画対象空間内の各オブジェクト毎に、 $(m+1)$ 段階（ m は所定の正の整数）の詳細度のモデル $M0 \sim Mm$ が作成されており、それら各詳細度のモデルの定義情報がオブジェクトDB10に登録されているものとする。以下では、 $M0$ を最も詳細なモデルとし、以下 $M2, M3 \dots$ と番号が大きくなるにつれて詳細さが低くなっていくものとする。

【0020】図2は、オブジェクトDB10に記憶される個々のオブジェクトの登録データの内容を示す図である。オブジェクトデータには、そのオブジェクトの識別番号（ID）100、オブジェクトのサイズ情報102、オブジェクトの位置情報104及び詳細度の異なる $(m+1)$ 段階のモデル $M0 \sim Mm$ のデータ106が含まれる。オブジェクトのサイズ情報102としては、オブジェクトの体積、表面積、代表長などを用いることができ、各オブジェクト間で統一がとれていればどれを用いてもよい。サイズ情報102は必ずしも厳密である必要はなく、例えばオブジェクトの体積として、そのオブジェクトの外接直方体（バウンディングボックスとも呼ばれる）の体積を用いてもよい。オブジェクトの代表長も、例えばオブジェクトにおける最も間隔の広い頂点間の距離など、一定のルールに従って定めればよい。また、オブジェクトの位置情報104も様々な定義可能である。一例としては、オブジェクトの重心やオブジェクトの外接直方体の重心などが考えられる。

【0021】描画処理その他の処理速度の向上のためには、サイズ情報102及び位置情報104は、予め $M0$ のモデルのデータ106などから計算しておき、オブジェクトDB10に登録しておくことが好適である。

【0022】各モデルはポリゴンで表現される。例えば、モデルは、そのモデル（ポリゴンモデル）を構成する各頂点の描画対象空間における三次元座標の集合として表現することができる。この場合、描画対象空間におけるモデルの位置の情報は、当該モデルの各頂点の座標から求めることができる。

【0023】例えば、オブジェクト群を含む描画対象空間がCAD（コンピュータ支援設計）システムで構築された場合は、そのCADシステムが出力するオブジェクトのポリゴンデータを、最も詳細なモデル $M0$ として採用することができる。低詳細度のモデルは、最も詳細なモデル $M0$ から段階的に作成することができる。例えば、 $M0$ における隣接する複数のポリゴンを、所定の規則に従って1つのポリゴンにまとめることにより、ポリゴン数を減らしたモデルを作成することができる。ま

た、M0の形状に近い球や多角柱、多角錐などのプリミティブ（基本立体）を求め、そのプリミティブを低詳細度のモデルとして用いることもできる。あるいは、「表示しない」ことを低詳細度のモデルとして採用してもよい。この場合、「表示しない」モデルは、最も詳細度の低いモデルMmとなるであろう。

【0024】ここで注意すべきは、3次元描画システム（及び本実施形態における詳細度テーブルの調整装置）で扱う“オブジェクト”は、その“オブジェクト”のオリジナルを作成したシステム（例えばCADシステム）で定義されたオブジェクトと、必ずしも同一である必要はないということである。例えば、CADシステムではいくつかのパーツからなる装置が1つのオブジェクトとして扱われていたとしても、3次元描画システムではその装置の個々のパーツをオブジェクトとして捉えることもできる。どのレベルを“オブジェクト”と捉えるかは、3次元描画システムの設計コンセプトに依存するものである。一例として、CADにおけるオブジェクトを所定のルールに従って単純な形状要素に分解し、その要素を3次元描画システムの“オブジェクト”として扱うこともできる。CADにおけるオブジェクトのポリゴンデータを、より単純な形状要素に自動的に分解する方法としては、例えば本出願人等による特願平9-341009号に示される方法を利用することができる。

【0025】一方、詳細度テーブル30は、例えば図3に示すように、オブジェクトの視点からの距離DとオブジェクトのサイズGとのマトリクスとして構成され、距離DとサイズGとの組合せ毎に、その組合せに対応するモデルの詳細度（この例ではM0～M2の3段階）が登録されている。図3のテーブルでは、視点からの距離Dは、視点に近い順にd0、d1、・・・、d7の8段階の距離範囲に分けられ、サイズGは、大きい順にG0、G1、・・・、G5の6段階に分けられている。距離D及びサイズGをどのように段階分けするかは、システムのユーザが自由に決めればよい。

【0026】詳細度テーブル30は、次の2つの基本ルールに基づき構築されている。第1は視点に近いものほど詳細なモデルを用いるというルールであり、第2はサイズの大きいものほど詳細なモデルを用いるというルールである。この2つのルールから、図3に示すように、テーブルの左下（すなわち近くかつ大きい）ほど詳細度が高く、右上に行くほど詳細度が低くなる傾向のテーブル設定がなされている。

【0027】3次元描画システムは、これらオブジェクトDB10と詳細度テーブル30とを用いて、次の手順で描画処理を実行する。まず、視点・視線取得部20により視点の位置及び視線方向の情報を取得する。例えばウォークスルー・アニメーションを製作する場合は、予め入力された視点の移動経路及びその経路各点での視線の方向の設定情報から、順次視点位置および視線方向の

情報を取り出す。次に、描画処理部22が、取得された視線位置及び視線方向の情報に基づき、ビューボリュームを特定する。ビューボリュームは、空間のうち視点から「見える」領域のことであり、視野空間あるいは可視領域と呼ぶこともできる。ビューボリュームは、予め定められた視野角や視野の深さの情報と、その時々で変化する視点位置及び視線方向とに基づき、周知の方法で特定することができる。次に描画処理部22は、オブジェクトDB10に登録されたオブジェクト群の中からそのビューボリュームに含まれるもの（すなわち「見える」もの）を抽出する。この処理は、カリング又はクリッピングと呼ばれる。

【0028】そして、描画処理部22は、抽出した各オブジェクトの描画を行う。この描画処理では、描画処理部22は、まず各オブジェクトごとに、そのオブジェクトの視点からの距離とサイズを求め、その距離及びサイズに対応するモデル詳細度を詳細度テーブル30から検索する。そして、求められた詳細度のモデルのポリゴンデータをオブジェクトDB10から読み出し、これに基づき描画を行う。

【0029】[詳細度テーブル調整] 上記の3次元描画システムにおいて、視点や視線方向を刻々と変化させていったときのビューボリュームの画像をリアルタイムで描画可能とするには、詳細度テーブル30の設定を適切に調整しておく必要がある。以下、このテーブル調整について説明する。

【0030】本実施形態では、描画対象空間内でビューボリュームを様々に変化させたときに、その時々ビューボリュームが3次元描画システムの処理能力でリアルタイム描画処理が可能かを判定する。この判定は、例えば、ビューボリューム中に含まれるポリゴンの数が3次元描画システムがリアルタイム処理可能なポリゴン数内に収まるか否かで行う。リアルタイム処理不可能と判定された場合は、詳細度テーブルの設定を調整する。このような処理を繰り返し、描画対象空間内でビューボリュームをどのように選択しても統計的にみてリアルタイム処理が可能と判定されるようになったときの詳細度テーブルを、調整結果として出力する。

【0031】以下、このような処理を実現するための装置構成及び処理手順を順に説明する。

【0032】（1）装置構成

図4を参照して、本実施形態に係る詳細度テーブルの調整のための装置構成を説明する。この装置は、例えば汎用のコンピュータシステムをベースに、ソフトウェア的に構築することができる。この装置は、上記3次元描画システムの一部として構築してもよいし、3次元描画システムから独立した装置として構成してもよい。

【0033】図2において、オブジェクトDB10は、上記3次元描画システムが用いるものと同一のものであり、典型的には大容量の記憶媒体上に構築される。カレ

ントテーブル50及び前回テーブル52は、3次元描画システムの詳細度テーブル30に対応するテーブルである。本実施形態では、詳細度テーブルの設定を少しずつ調整して最適な設定を求める。この調整過程における詳細度テーブルの現在の設定を保持するのがカレントテーブル50であり、前回の設定を保持するのが前回テーブル52である。

【0034】視点・視線発生部40は、ランダムに視点位置や視線方向を発生させる。シミュレーション部42は、それら視点位置や視線方向に基づき描画システムの場合と同様にしてビューボリュームを特定し、そのビューボリューム内のオブジェクト群の描画処理をシミュレートする。このシミュレーションは、ビューボリュームが3次元描画システムでリアルタイム描画可能か否かを判定できれば十分であり、実際に描画処理を行う必要はない。シミュレーションとしては、例えばビューボリューム内のオブジェクトのポリゴン数を加算する処理で十分である。このシミュレーションの際、シミュレーション部42は、カレントテーブル50に保持された現在の詳細度テーブルの設定を参照して、各オブジェクトの詳細度を決定し、その詳細度のモデルをオブジェクトDB10から検索し、シミュレーションを行う。

【0035】テーブル調整部44は、本装置の全体的制御を行うと共に、シミュレーション部42のシミュレーション結果に基づき、カレントテーブル50の設定を調整する。このときテーブル調整部44は、必要に応じて、それまでのカレントテーブル50の設定内容を前回テーブル52にコピーして保持する。

【0036】(2) 処理手順

次に、図5及び図6を参照して、本実施形態における詳細度テーブルの調整手順の一例を説明する。

【0037】本実施形態では、最初に詳細度テーブルを仮設定し、それを少しずつ調整していくことにより、描画対象空間に適した詳細度テーブルの設定を求める。すなわち、そのテーブルを用いて描画シミュレーションを行い、そのシミュレーション結果からリアルタイム描画処理が可能か否かを判定し、この判定に基づきテーブルの調整を行う。テーブルの調整には、減少方向調整と増加方向調整がある。

【0038】減少方向調整は、ビューボリューム内のポリゴンの総数を減らす（すなわち描画処理所要時間を減少させる）ためのテーブル調整であり、テーブルにおけるモデル詳細度の設定値を低くする方向の調整である。

【0039】逆に、増加方向調整は、ビューボリューム内のポリゴンの総数を増やすためのテーブル調整であり、テーブルにおけるモデル詳細度の設定値を高くする方向の調整である。本実施形態では、まず仮設定した詳細度テーブルでリアルタイム描画が可能か否かを判定し、不可能と判定された場合は減少方向調整で少しずつテーブルを調整し、逆に可能と判定された場合は増加方

向調整でテーブルを少しずつ調整していく。

【0040】以下、この調整手順をフローチャートを参照して更に詳細に説明する。図5は、全体的な処理手順の流れを示すフローチャートである。図5に示す手順では、減少方向調整を基本的なモードと考え、増加方向調整を「増加調整モード」という特別のモードとして扱っている。すなわち、詳細度テーブルを仮設定状態から段階的に減少方向調整していき、最終的に適切なテーブル設定を得るという流れを典型的な流れと考えている。ただし、この扱いは相対的なものであり、当業者ならば増加方向調整を基本的なモードとした場合の処理手順も本質的に同等であることが容易に理解できるであろう。

【0041】図5の手順では、まず、テーブル調整部44は、カレントテーブル50の仮設定を行うと共に、3次元描画システムがリアルタイム描画処理可能なポリゴン数をしきい値として設定する(S10)。ここで、リアルタイム描画処理可能なポリゴン数は、描画システムの管理者がカタログ値や経験などに基づき予め求めておく。なお、ここでリアルタイム処理可能とは、動画表示のフレーム間隔内でビューボリュームの描画処理が完了することをいう。また、カレントテーブル50の仮設定は、対話的にユーザからの入力を受け付けて行ってもよいし、単に予め作成しておいた設定内容をカレントテーブル50にコピーすることにより行ってもよい。また、このときテーブル調整のモードは減少方向（減少調整モードと呼ぶ）に設定される。

【0042】次に、シミュレーションの回数を表すカウンタの値を1に初期化する(S12)。そして、描画シミュレーションを行う(S14)。描画シミュレーション(S14)では、図6に示すように、まず視点・視線発生部40が視点位置及び視線方向をランダムに発生させる(S14.2)。次に、シミュレーション部42がその視点位置および視線方向からビューボリュームを特定し(S14.4)、カリング処理を行う(S14.6)。そして、シミュレーション部42は、このカリング処理により抽出されたビューボリューム内の各オブジェクトごとに、描画時のポリゴン数を取得する(S14.8)。S14.8では、各オブジェクトごとに、視点からの距離を算出する(S15.0)。視点からの距離は、視点の位置と、オブジェクトDB10に格納されているオブジェクトの位置の情報から求められる。また、オブジェクトDB10からオブジェクトのサイズ情報を得る(S15.2)。S15.0とS15.2はいずれを先に実行してもよい。次に、カレントテーブル50を参照して、これら視点からの距離とサイズとの組合せから、当該オブジェクトの詳細度を決定する。そして、オブジェクトDB10から、当該オブジェクトのその詳細度のモデルのポリゴン数を求める(S15.6)。そして、シミュレーション部42は、このようにして求めたビューボリューム内の全オブジェクトのポリゴン数の合計を求め、その結果

(すなわち総ポリゴン数)をテーブル調整部44に渡す(S158)。

【0043】再び図5に戻ると、テーブル調整部44は、シミュレーション部42から受け取った総ポリゴン数を、S10で設定されたしきい値と比較する(S16)。この比較において、総ポリゴン数がしきい値以下(判定結果No)であれば、ビューボリューム内の全オブジェクトをリアルタイムで描画可能と判断される。この場合は、シミュレーション回数を表すカウンタの値を1増分し(S18)、その結果を予め設定されているシミュレーションの上限回数と比較する(S20)。カウンタの値が上限回数以下の場合は、S14に戻り、視点位置又は視線方向を変えて再び上述のシミュレーションを繰り返す。このようにして、ビューボリュームを順次変更しながらシミュレーションを行い、リアルタイム描画処理可能(S16がNo)との判定が上記上限回数だけ連続すると(S20がNo)、描画対象空間内のどこにビューボリュームを設定しても統計的にリアルタイム描画処理可能と判定する。したがって、上記上限回数はそのような観点から統計的に定めておく必要がある。

【0044】本実施形態では、詳細度テーブルの仮設定状態ではリアルタイム描画が不可能(S16がYes)と判定された場合は、以降減少調整モードでテーブル調整を行い、逆に仮設定状態でリアルタイム描画が可能(S20がNo)と判定された場合は、以降増加調整モードでテーブル調整を行う。以下では、それぞれの場合について順に説明する。

【0045】(a)減少調整モードでの手順
視点・視線を変更しながら描画シミュレーション(S14)を繰り返していく過程で、繰り返しの回数が上限回数に達する前に、S16の判定結果がYesになると、その時の詳細度テーブルの設定ではビューボリュームをリアルタイム描画することが不可能だということになる。この場合の処理は、テーブル調整のモードが減少方向、増加方向のいずれであるかにより異なる。このため、増加調整モードに設定されているか否かを判定する(S34)。詳細度テーブルが仮設定状態の時は減少調整モードなので、S34の判定結果はNoとなり、カレントテーブル50の設定を所定のルールに従ってポリゴン数が減少する方向に調整する。

【0046】図3の詳細度テーブルを減少方向に調整すると、例えば図7のようなテーブル設定が得られる。すなわち、減少方向調整では、M0とM1の境界線及びM1とM2の境界線が全体的に下げ(すなわち境界線を「大きい」「近い」方向に動かし)、詳細度の高いモデルが割り当てられる範囲を小さくする。このときの境界線の動かし方や程度は、予め定めておく。例えば、詳細度の境界線を、テーブルの右下隅の方から1回に1コマずつ下に移動させ、これを順次左上隅の方に向かって行っていくなどの方法などが考えられる。また、境界線の

傾きを所定の刻みで順次変更することも考えられる。このようにしてカレントテーブル50の調整が終わると、シミュレーション回数のカウンタを1に初期化し、S14以降の処理を繰り返す。

【0047】このようにしてテーブルの減少方向調整(S36)及びシミュレーション(S14~S20)の繰り返しの過程で、S20の判定結果がNoとなると、描画対象空間全体についてリアルタイム処理可能と統計的に判断されるところまで詳細度テーブル(カレントテーブル50)が調整されたということになる。したがって、このときのカレントテーブル50の設定を用いれば、描画対象空間において視野が刻々変化していくときの画像をリアルタイムで描画することができる。しかも、この設定は、ポリゴン数を少しずつ減らすための微調整の繰り返しにより得られたものなので、3次元描画システムの描画性能を有効に利用するものとなっている。

【0048】実際の処理手順としては、S20がNoとなった場合、次にS22でテーブルの調整モードが増加調整モードであるかどうかを判定する。この例は減少調整モードなので、S22の判定結果はNoとなる。すると次に、カレントテーブル50が仮設定状態のままかどうかを判定する(S28)。この例の流れでは、カレントテーブル50は減少方向調整(S36)を経ているので、仮設定状態のままではなく、S28の判定結果はNoとなる。この結果、カレントテーブル50の設定が、最終的な調整結果として出力される(S32)。

【0049】(b)増加調整モードでの手順
テーブル調整のモードが増加調整モードになるのは、詳細度テーブル(カレントテーブル50)が仮設定状態の時にS20の判定結果がNoとなったとき、すなわち描画対象空間全体がリアルタイム描画処理可能と判断された場合のみである。

【0050】この時のテーブル設定は、リアルタイム処理という目的だけならば十分であるが、3次元描画システムの描画処理能力の有効利用という観点からみて十分なかどうかはまだ分からない。仮設定の設定状態では粗いモデルが採用されすぎ、3次元描画システムの描画処理能力を遊ばせてしまうこともあり得る。そこで本実施形態では、3次元描画システムの能力の有効利用を実現するために、増加調整モードを設けている。

【0051】具体的な処理手順では、S20の判定結果がNoとなると、次にテーブル調整のモードが増加調整モードに設定されているかどうかを検査する(S22)。カレントテーブルが仮設定状態のときは、モードは減少調整モードに設定されているので、S22の判定結果はNoとなる。すると、次に詳細度テーブルが仮設定状態のままかどうかを判定する(S28)が、この例ではこの判定結果はYesとなるので、テーブル調整のモードを増加調整モードにセットする(S30)。そし

て、カレントテーブル50の設定状態を前回テーブル52にコピーし(S24)、その後カレントテーブル50の設定を所定のルールに従って増加方向に調整する(S26)。増加方向調整の仕方は、先述した減少方向調整の場合の逆でよい。すなわち、テーブルにおける各詳細度の範囲の境界線を、減少方向調整と同じ動かし方及び程度で、逆の方向に移動させればよい。増加方向調整が完了すると、シミュレーション回数のカウンタを初期化し(S12)、S14以下のシミュレーション処理を繰り返す。

【0052】この繰り返しにおいて、再びS20の判定結果がNoとなった場合は、テーブルの増加方向調整が不十分と判断され、更に増加方向調整が行われる。すなわち、S22の判定結果がYesとなり、前回テーブル52の設定がカレントテーブル50の設定により更新され(S24)、その後カレントテーブル50が増加方向に調整される。

【0053】このような繰り返しの中で、S16にて総ポリゴン数がしきい値を超えた場合、これは増加方向調整の流れの中で初めてリアルタイム描画処理が不可能と判定されたということである。すなわち、テーブルが増加方向調整の流れにおいて極限まで調整され、その結果リアルタイム描画不可能なところまで達してしまったのだと判断できる。このときの詳細度テーブルの設定はリアルタイム処理不可能なので採用できないが、その1つ前の設定は、リアルタイム描画処理を可能とし、かつ3次元描画システムの処理能力をよく有効利用するものとなっている。1つ前の設定状態は前回テーブル50に保持されているので、これを詳細度テーブルの最終的な調整結果として出力すればよい。すなわち本実施形態では、S16の判定結果がYesとなった後、増加調整モードであると判定されれば(S34)、前回テーブル50の設定を最終的な調整結果として出力する(S38)。

【0054】(3) テーブル調整の好適例

以上の処理手順におけるテーブルの微調整の仕方の好適例を説明する。詳細度テーブルの例として、例えば図3を参照されたい。

【0055】この例では、どのオブジェクトも、見た目の大きさがほぼ同じになるところでモデルの詳細度が切り替わるよう詳細度テーブルを設定し、設定の調整もその条件を満足するように行うようにする。

【0056】オブジェクトの見た目の大きさは、視角(すなわち視点から物体を見込む角)に比例する。視角は、厳密には視線に垂直な面へのオブジェクトの射影の長さで視点からオブジェクトまでの距離との比で定まるが、ここではそれほど厳密性を要求されないので、処理速度を優先し、射影の長さの代わりにオブジェクトの代表長そのものを用いる。すなわち、オブジェクトの視線に対する傾きは考慮しない。代表長は、例えばオブジェ

クトにおける最も離れた2頂点間の距離などを用いることができる。

【0057】すなわち、この例では、詳細度テーブルにおけるサイズGとして、オブジェクトの代表長を用い、詳細度テーブルにおけるモデル詳細度の境界線を、オブジェクトの代表長と距離の比がほぼ一定となるように定める。そして、テーブルの設定を調整する際もその条件を満足するように境界線を移動させる。すなわち、テーブルにおける距離及びサイズの刻みを一定とすれば、境界線は原点(距離=0、サイズ=0)を通る直線の近傍に来る。境界線自体は階段状であるが、全体的な傾向が原点を通る直線になるということである。そして、テーブルの調整は、境界線の傾きを変えることにより行う。

【0058】この例によれば、オブジェクトもほぼ同じ視角になったときにモデルの詳細度が切り替わり、自然な詳細度切替を実現することができる。

【0059】(4) 効果

以上説明したように、実施形態によれば、3次元描画システムにおいて用いる詳細度テーブルを、描画処理のリアルタイム性を保証しつつシステムの描画能力の有効利用でできるような状態まで調整することができる。

【0060】(5) 変形例

次に、実施形態の変形例を説明する。この変形例は、詳細度テーブルにおける詳細度の境界線の調整と共に、当該テーブルにおける視点からの距離の範囲の刻みを調整するものである。

【0061】この変形例では、詳細度テーブルにおける視点からの距離の範囲(図3では、 $d_0 \sim d_7$)の境界となる距離の調整を可能とする。その代わりに、各距離範囲ごとに固定値の上限ポリゴン数を割り当てる。そして、テーブルの調整の際に、各距離範囲の上限ポリゴン数を満足するようその境界距離を決定する。詳細度テーブルの距離範囲の数は、ユーザが任意に設定する。各距離範囲に割り当てる上限ポリゴン数は、その総和が、3次元描画処理システムがリアルタイム描画可能なポリゴン数と実質的に等しくなるように決める。

【0062】以下、図8及び図9を参照して、前述の実施形態との相違を中心に本変形例の処理手順を説明する。図8及び図9において、図5及び図6のステップと同じ処理内容を示すステップは、同一の符号を付して説明を簡略化する。

【0063】図8に示す全体的な処理手順をみれば分かるように、この変形例は、シミュレーションの内容が異なるだけで、処理の全体的な骨組は上記実施形態のものと同一である。この変形例では、境界距離決定シミュレーション(S50)とこれに伴う境界距離決定処理(S54及びS56)が上記実施形態と異なるだけなので、以下ではその相違部分のみを説明する。

【0064】境界距離決定シミュレーション(S50)の処理手順は、図9に示される。視点・視線方向の切替

(S142) からカリング (S146) までは図6の手順と同じである。以下、シミュレーション部42により、次のような手順で、視点から近い順に境界距離が求められていく。

【0065】すなわち、まずカリングにより得られたビューボリューム内の各オブジェクトの視点からの距離を算出し、各オブジェクトを視点からの距離が近い順にソートする (S200)。このソート結果は、オブジェクト情報を視点に近い順に並べた配列となる。個々のオブジェクトの情報は、オブジェクトの識別番号、オブジェクトのサイズ情報、及びオブジェクトの視点からの距離の3つのデータを含む。

【0066】次に、境界距離の番号を示すカウンタ n を1に初期化する (S202)。ビューボリュームの視点に最も近い点の距離が0番目の境界距離に設定される。距離範囲と境界距離の対応関係を図10に示す。図から明らかなように、距離範囲 $d(n-1)$ と $d(n)$ との境界の距離が、 n 番目の境界距離である。詳細度テーブルの距離範囲の数が N 個に設定されたとする (すなわち $d0 \sim d(N-1)$ の N 個) と、詳細度テーブルにおける最後の距離範囲の境界は、 $d(N-2)$ と $d(N-1)$ との境界であり、 $(N-1)$ 番目の境界となる。

【0067】次にポリゴン数の積算値が0に初期化される (S204)。次に、オブジェクトのソート結果の配列に、未処理のオブジェクトが残っているかを調べる

(S206)。未処理オブジェクトがあれば、そのなかで視点に最も近いオブジェクトの情報 (識別情報、サイズ及び視点からの距離のデータを含む) を取得し (S208)、そのオブジェクトを「処理済み」とする。そして、カレントテーブル50を参照して、距離範囲 $d0$ におけるそのオブジェクトのサイズに対応するモデル詳細度を求める (S210)。そして、オブジェクトDB10から、当該オブジェクトのその詳細度のモデルのデータを取り出し、そのポリゴン数を求める (S212)。

【0068】次に、S212で求めたポリゴン数を積算値に加え (S214)、その積算値が距離範囲 $d0$ の上限ポリゴン数を超えたかどうか検査する (S216)。超えていない場合は、S206に戻ってソート結果から次に視点に近い未処理オブジェクトを取り出し、S208～S216の処理を繰り返す。このような繰り返しにおいて、S216で積算値が $d0$ の上限ポリゴン数を超えた場合は、1つ前のループにおけるオブジェクトの視点からの距離 (すなわち上限ポリゴン数を超える直前のオブジェクトの視点から距離) を求め、その距離を1番目の境界距離に決定し (S218)、この距離を記憶する。そして、カウンタ n の値を1だけインクリメントし (S220)、S204に戻ってポリゴン数の積算値を0に初期化し、S206～S216の処理を繰り返すことにより、次の境界距離を算出する。

【0069】このようにして $(n-1)$ 番目の境界距離

が決まれば、次に詳細度テーブルにおける距離範囲 $d(n-1)$ の列の中から未処理オブジェクトのサイズに対応するモデル詳細度を求め (S210)、その詳細度のモデルのポリゴン数を順次積算していき (S212, S214)、その積算値が距離範囲 $d(n-1)$ の上限ポリゴン数を超える (S216) と、1つ前のオブジェクトの視点からの距離を n 番目の境界距離に決定する (S218)。そして、境界距離の番号を示すカウンタの値 n を1増分し (S222)、この値 n が、最後の境界の番号である $(N-1)$ を超えたか否かを判定する (S222)。

【0070】S222で $n > N-1$ が成立した場合、それはビューボリューム内のオブジェクトのポリゴン数の積算値が、3次元処理システムがリアルタイム処理可能なポリゴン数を超過することを示す。各距離範囲 $d0 \sim d(N-1)$ の上限ポリゴン数の総和を、3次元描画処理システムがリアルタイム処理可能なポリゴン数にほぼ等しく設定しているからである。この場合、エラー終了 (S224) となり、処理をテーブル調整部44に渡して図8のメインルーチンのS52に移行する。

【0071】S222で $n > N-1$ が不成立の場合は、S204に戻って既述の処理を繰り返す。そして、この繰り返しにおいて、S222の結果がYesになる前に、ソート結果の最後のオブジェクトまで処理が終了 (すなわちS206の判定結果がNo) した場合、これはビューボリューム内の全オブジェクトがリアルタイムで描画処理できることを示す。この場合、今まで求めた各境界距離をシミュレーション結果として記憶する (S226)。これにより、境界距離決定シミュレーションは正常終了し (S228)、処理をテーブル調整部44に渡して図8のメインルーチンのS52に移行する。

【0072】なお、以上説明した境界距離シミュレーションの手順は、本出願人がさきに出願した特願平10-56929号に開示した方法の考え方を応用したものである。

【0073】さて、境界距離決定シミュレーションが終了 (S224又はS228) すると、テーブル調整部44は、それがエラー終了 (S224) であるか否かを判定する (S52)。この結果がNo (正常終了) の場合は、リアルタイム描画可能であることを示すので、あとは図5の手順でS16の判定結果がNoとなった場合と同様の処理となる。S20の判定結果がNoになれば、カレントテーブル50を用いたシミュレーション結果 (すなわち $0 \sim N-1$ 番目の境界距離) がシミュレーション上限回数分だけ蓄積されたことになるので、それを集計データとして保存する。このとき、カレントテーブル50の前の設定を用いて求めたシミュレーション結果の集計データが既にあれば、それは破棄する。

【0074】一方、S52の判定結果がYesの場合、リアルタイム描画不可能ということなので、あとは

図5の手順でS16の判定結果がYesとなった場合と同様の処理となる。

【0075】以上のような処理を繰り返し、S28の判定結果がNoになると、詳細度テーブルが減少調整モードで適切に調整されたことになる。ここで、保存しておいたシミュレーション結果の集計データをもとに、詳細度テーブルにおける各距離範囲の境界距離を統計的に決定する(S56)。例えば、各シミュレーションの結果のうち最短距離を採用するなどの方法が考えられる。この決定の仕方は特願平10-56929号に開示されている。そして、このように決定した各境界距離をカレントテーブル50の各距離範囲の境界距離に反映させ、この結果を詳細度テーブルの調整結果として出力する(S32)。

【0076】また、S34の判定結果がYesになると、増加調整モードで適切な詳細度テーブルが求められたことになる。この場合も、保存されているシミュレーション結果の集計データをもとに、詳細度テーブルにおける各距離範囲の境界距離を統計的に決定する(S54)。ここで用いる集計データは、前回のテーブル設定に対応するものであり、これはS38で出力する前回テーブル52の内容に適合している。このように決定した各境界距離を前回テーブル52の各距離範囲の境界距離に反映させ、この結果を詳細度テーブルの調整結果として出力する(S38)。

【0077】以上説明したように、この変形例によれば、詳細度テーブルにおけるモデル詳細度の設定を調整できると共に、そのテーブルにおける各距離範囲の境界となる距離の値も調整することができる。

【0078】以上に説明した方法は、以上に説明した各ステップの処理内容を記述したプログラムをコンピュータに実行させることによって実現することができる。この場合、そのプログラムは、例えばフロッピーディスクやCD-ROMなどの記録媒体の形態あるいは通信回線を介してユーザに供給される。このプログラムは、記録

媒体から例えばコンピュータに付属する固定ディスク装置にインストールすることにより、実行可能となる。

【0079】以上、本発明の好適な実施形態及びその変形例について説明した。以上の各例では、シミュレーションにおける視点位置の発生範囲を描画対象空間全体とした。しかし、視点の移動経路が予め定まっているウォークスルー・アニメーションなど、視点の範囲が描画対象空間のなかのある範囲に限定される場合には、視点の発生範囲をその範囲に限定することにより、シミュレーションの処理時間を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 詳細度テーブルの調整のための装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】 オブジェクトDB（データベース）に登録される個々のオブジェクトのデータ構成を示す図である。

【図3】 詳細度テーブルの一例を示す図である。

【図4】 詳細度テーブル調整のための装置構成を示す図である。

【図5】 実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】 描画シミュレーションの詳細な手順を示すフローチャートである。

【図7】 詳細度テーブルの別の例を示す図である。

【図8】 変形例の処理手順を示すフローチャートである。

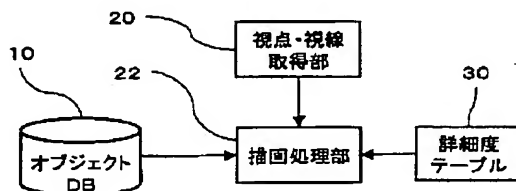
【図9】 境界距離決定シミュレーションの詳細な手順を示すフローチャートである。

【図10】 距離範囲と境界距離との関係を示す図である。

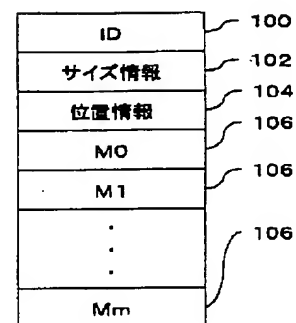
【符号の説明】

10 オブジェクトDB（データベース）、40 視点・視線発生部、42シミュレーション部、44 テーブル調整部、50 カレントテーブル、52前回テーブル。

【図1】



【図2】



【図 3】

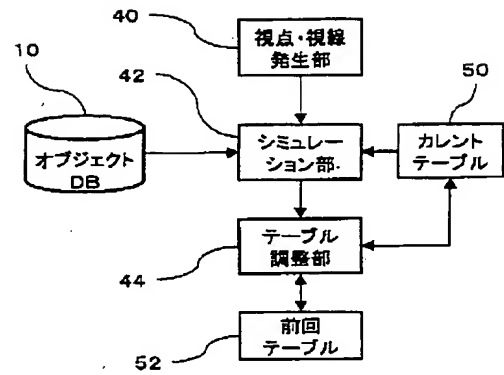
30

近い ← → 遠い

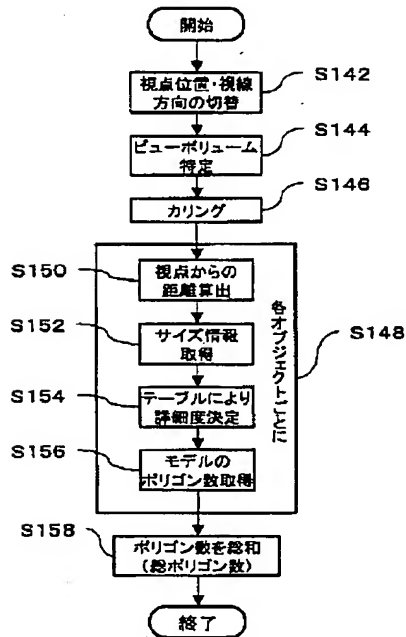
↑ 小さい ↓ 大きい

G	D	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇
G5		M0	M1	M1	M2	M2	M2	M2	M2
G4		M0	M0	M1	M1	M2	M2	M2	M2
G3		M0	M0	M0	M1	M1	M2	M2	M2
G2		M0	M0	M0	M0	M1	M1	M1	M2
G1		M0	M0	M0	M0	M0	M0	M1	M1
G0		M0	M0	M0	M0	M0	M0	M0	M0

【図 4】



【図 6】



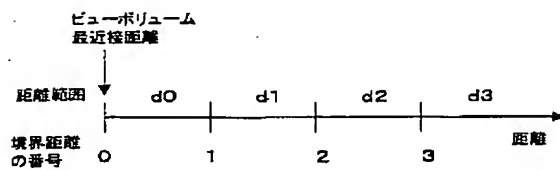
【図 7】

近い ← → 遠い

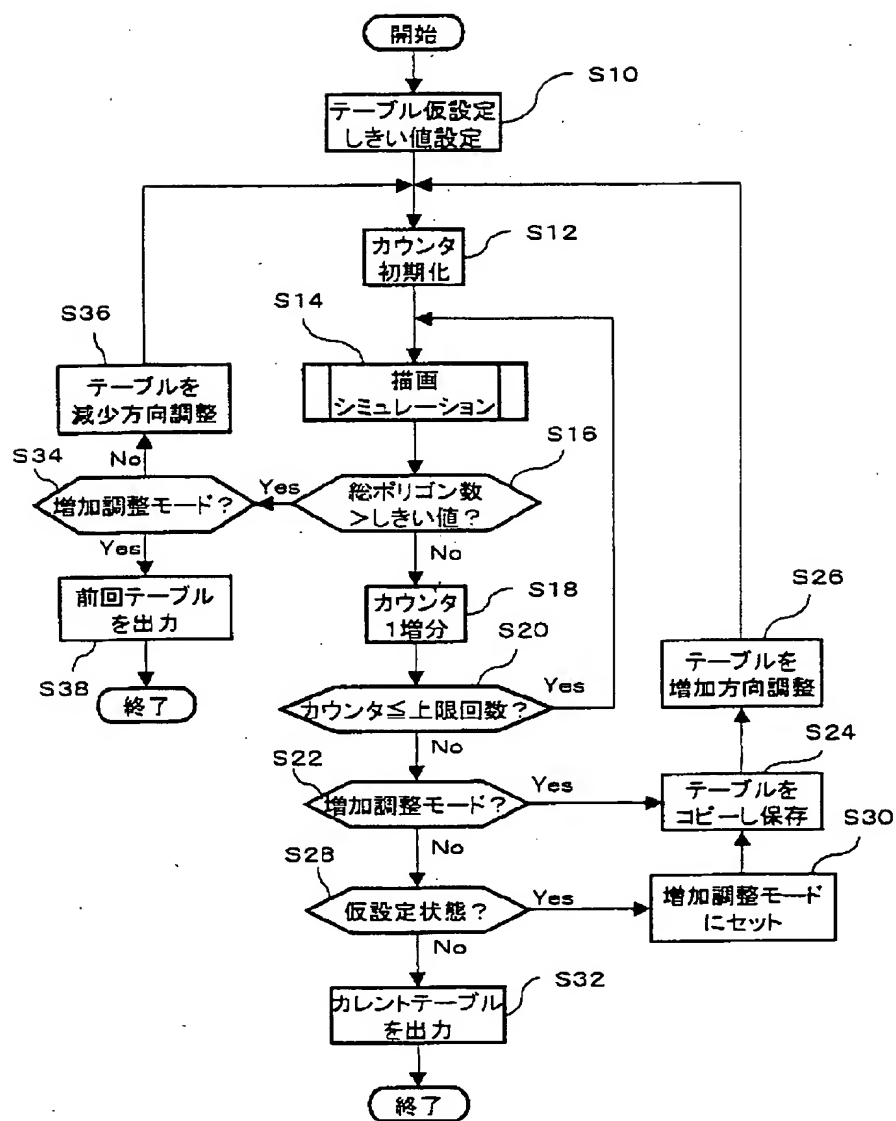
↑ 小さい ↓ 大きい

G	D	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇
G5		M0	M1	M2	M2	M2	M2	M2	M2
G4		M0	M0	M1	M2	M2	M2	M2	M2
G3		M0	M0	M0	M1	M1	M2	M2	M2
G2		M0	M0	M0	M0	M1	M1	M1	M2
G1		M0	M0	M0	M0	M0	M1	M1	M1
G0		M0	M0	M0	M0	M0	M0	M1	M1

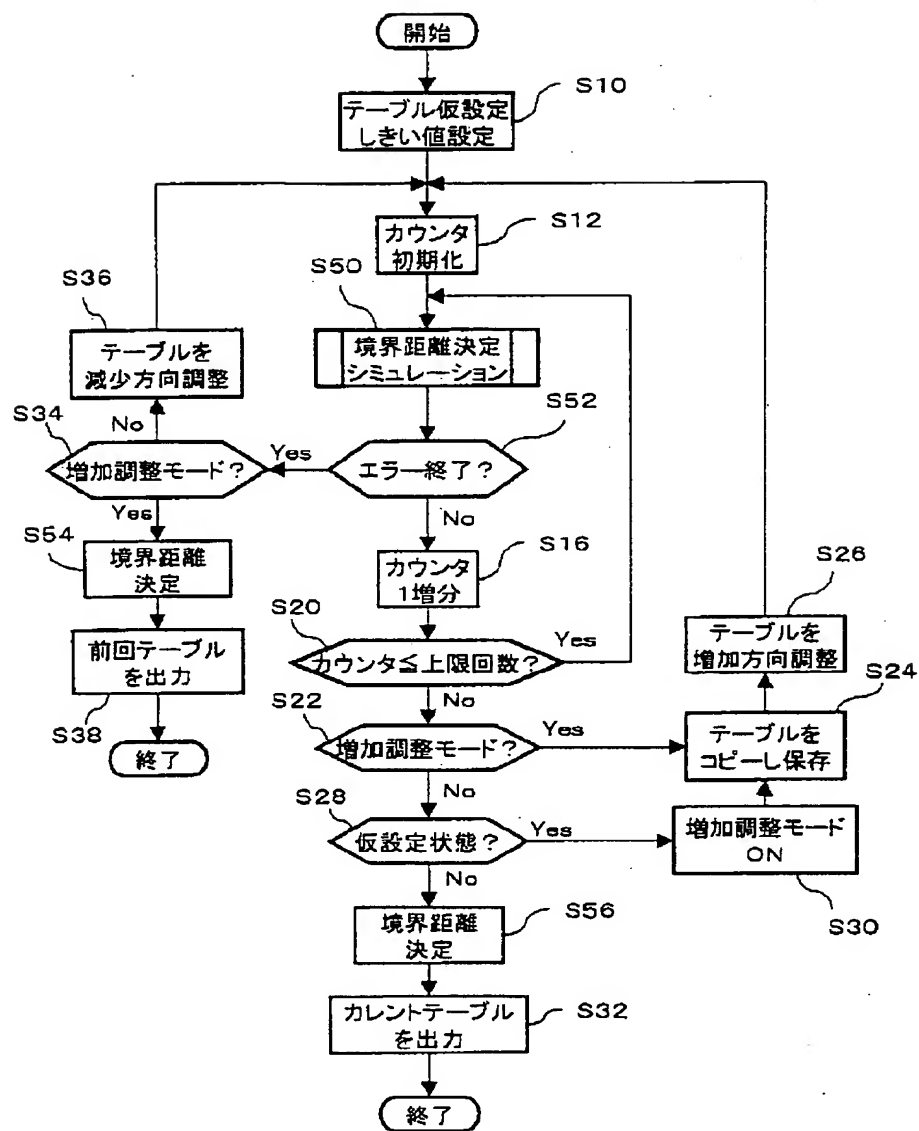
【図 10】



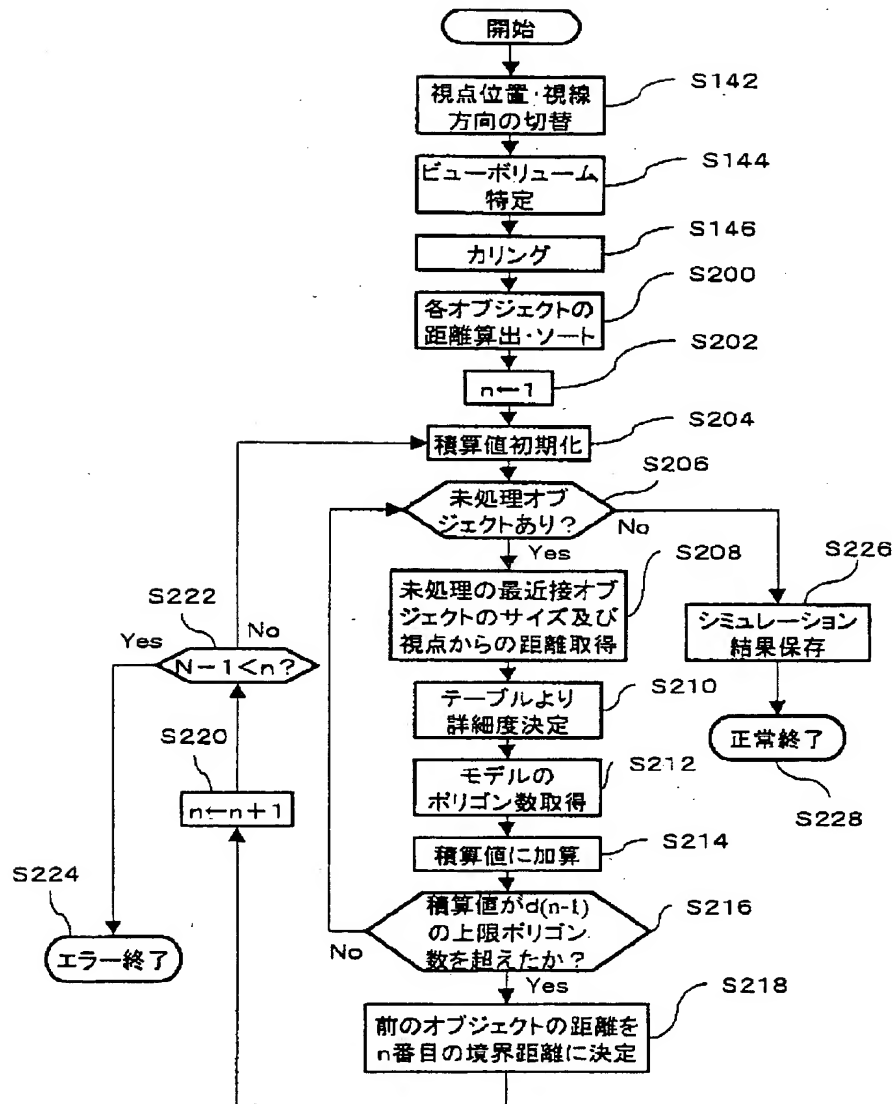
【図5】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成11年7月27日（1999. 7. 27）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定空間内の各オブジェクトごとに詳細度の異なる複数のモデルを有するとともに、オブジェク

トのサイズ及び視点からの距離とこれらに対応する詳細度との関係を示す詳細度テーブルを有し、各オブジェクトを前記詳細度テーブルにより特定される詳細度のモデルを用いて描画する3次元描画システムにおいて、前記詳細度テーブルを前記所定空間内のオブジェクト分布に応じて調整する前処理方法であって、

(a) 前記詳細度テーブルを仮設定するステップと、

(b) 与えられた視点及び視線方向に基づき前記所定空間内の可視領域を特定するステップと、

(c) 前記可視領域内に含まれる各オブジェクトのサイ

ズ及び視点からの距離の情報を取得するステップと、

(d) 取得した各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報に基づき、前記詳細度テーブルを参照して前記可視領域内の各オブジェクトを描画する際のモデルの詳細度を特定し、それら各オブジェクトを当該詳細度のモデルを用いて描画した場合の総描画データ量が前記 3 次元描画システムのリアルタイム処理可能データ量を超えるか否かを判定するステップと、

(e) 前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、視点及び視線方向の少なくとも一方を変更して前記ステップ (b) に戻り、前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に減少させるための所定の規則に従って変更し、前記ステップ (b) に戻るステップと、

(f) 所定回数連続して前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合に、そのときの詳細度テーブルを調整結果として出力するステップと、

を含み、

前記オブジェクトのサイズとして前記オブジェクトの代表長を用い、前記詳細度テーブルの仮設定及び設定変更は、詳細度が 1 段階切り替わる点における視点からの距離とオブジェクトのサイズとの比がほぼ一定となる条件を満足するように行われることを特徴とする方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の方法において、前記ステップ (a) により仮設定した詳細度テーブルを用いて所定回数連続して前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は増加調整モードに入り、増加調整モードでは、所定回数連続して前記ステップ

(d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に増加させるための所定の規則に従って変更した上で前記ステップ (b) に戻り、前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定されたときに、その 1 つ前の詳細度テーブルの設定を調整結果として出力することを特徴とする方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法において、

前記ステップ (b) において、前記視点の位置を前記所定空間内の予め指定された領域に限定することを特徴とする方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するためになされたものであり、所定空間内の各オブジェクトごとに詳細度の異なる複数のモデルを有するとともに、オブジェクトのサイズ及び視点からの距離とこれらに対応する詳細度との関係を示す詳細度テーブルを有し、各オブジェクトを前記詳細度テーブルにより特定される詳細度のモデルを用いて描画する 3 次元描画システムにおいて、前記詳細度テーブルを前記所定空間内のオブジェクト分布に応じて調整する前処理方法であって、(a) 前記詳細度テーブルを仮設定するステップと、(b) 与えられた視点及び視線方向に基づき前記所定空間内の可視領域を特定するステップと、(c) 前記可視領域内に含まれる各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報を取得するステップと、(d) 取得した各オブジェクトのサイズ及び視点からの距離の情報に基づき、前記詳細度テーブルを参照して前記可視領域内の各オブジェクトを描画する際のモデルの詳細度を特定し、それら各オブジェクトを当該詳細度のモデルを用いて描画した場合の総描画データ量が前記 3 次元描画システムのリアルタイム処理可能データ量を超えるか否かを判定するステップと、(e) 前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合は、視点及び視線方向の少なくとも一方を変更して前記ステップ (b) に戻り、前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えると判定された場合は、前記詳細度テーブルの設定を、前記総描画データ量を段階的に減少させるための所定の規則に従って変更し、前記ステップ (b) に戻るステップと、(f) 所定回数連続して前記ステップ (d) で前記総描画データ量が前記リアルタイム処理可能データ量を超えないと判定された場合に、そのときの詳細度テーブルを調整結果として出力するステップと、を含み、詳細度決定のパラメータとなるオブジェクトのサイズとして、オブジェクトの代表長を用い、詳細度が 1 段階切り替わる点における視点からの距離とオブジェクトのサイズとの比がほぼ一定となるよう、詳細度テーブルの仮設定及び設定変更を行う。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 5】また、本発明では、詳細度決定のパラメータとなるオブジェクトのサイズとして、オブジェクトの代表長を用い、詳細度が 1 段階切り替わる点における視点からの距離とオブジェクトのサイズとの比がほぼ一定となるよう、詳細度テーブルの仮設定及び設定変更を行うことにより、どのオブジェクトもほぼ同じ視角になっ

たときに詳細度が切り替わり、自然な詳細度切替を実現 することができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.